

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Juni 2005 (23.06.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/056163 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B01D 53/70**,
53/81, F23G 7/06, F28D 17/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/002685

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. Dezember 2004 (07.12.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 57 696.7 9. Dezember 2003 (09.12.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **CLAUSTHALER UMWELTECHNIKIN-
STITUT GMBH (CUTEC-INSTITUT)** [DE/DE];
Leibnizstrasse 23, 38678 Clausthal-Zellerfeld (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **CARLOWITZ, Otto**

[DE/DE]; Am Dammgraben 1, 38678 Clausthal-Zellerfeld
(DE). **RÜSKAMP, Bernd** [DE/DE]; Pottensteiner Str. 19,
95447 Bayreuth (DE). **NEESE, Olaf** [DE/DE]; Glückauf
Weg 11, 38678 Clausthal-Zellerfeld (DE). **KRIEBISCH,
Frank** [DE/DE]; Dorfstr. 12, 23847 Sierksrade (DE).

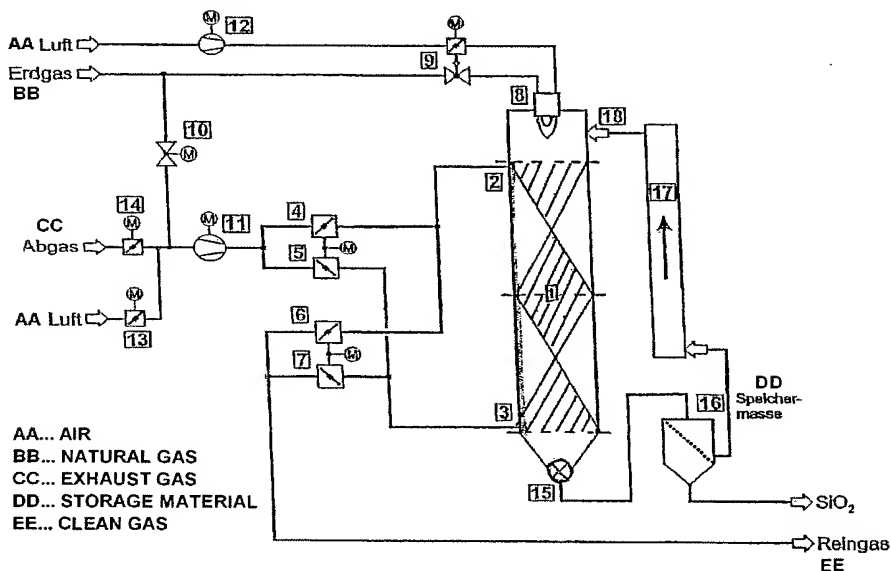
(74) **Anwalt: KRÖNCKE, Rolf**; Gramm, Lins & Partner GbR,
Freundallee 13, 30173 Hannover (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR THE TREATMENT OF EXHAUST GASES CONTAINING ORGANOSILICON COMPONENTS OR
ACCOMPANYING SUBSTANCES, AND APPARATUS THEREFOR

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR BEHANDLUNG VON SILIZIUMORGANISCHEN INHALTS- BZW. BEGLEITSTOF-
FEN ENTHALTENDEN ABGASEN SOWIE EINE VORRICHTUNG HIERFÜR



(57) **Abstract:** The invention relates to a method and an apparatus for treating exhaust gases comprising organosilicon components or accompanying substances. The invention more specifically relates to the use of bulk regenerator materials as storage materials allowing periodic removal, purification, and redelivery to the system. The invention solves the problem of clogged regenerator-storage materials during regenerative post-combustion of exhaust gases containing organosilicon components.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/056163 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung von Abgasen mit siliziumorganischen Inhaltsstoffen- bzw. Begleitstoffen. Genauer betrifft die vorliegende Erfindung die Verwendung von Schütt-Regeneratormassen als Speichermassen, die ein periodisches Entnehmen, Reinigen und Wiederaufzuführen zu dem System erlauben. Die vorliegende Erfindung löst dabei das Problem des Verstopfens von Regenerator-Speichermassen bei der regenerativen Nachverbrennung von Abgasen mit siliziumorganischen Inhaltsstoffen.

- 1 -

Beschreibung

Verfahren zur Behandlung von siliziumorganischen Inhalts- bzw. Begleitstoffen 5 enthaltenden Abgasen sowie eine Vorrichtung hierfür

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung von Abgasen mit siliziumorganischen Inhalts- bzw. Begleitstoffen. Genauer betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur regenerativen Nach-
10 verbrennung von Abgasen mit siliziumorganischen Inhaltsstoffen, bei dem Schütt-Speichermassen (im folgenden auch als Schütt-Regeneratormassen bezeichnet) periodisch dem System entnommen, gereinigt und wieder zugeführt werden. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung ein System, das eine automatische Entnahme, Reinigung und Eintrag (Wiederbefüllung) der Schütt-
15 Speichermassen in dem Regenerator erlaubt.

Stand der Technik

Verfahren und Vorrichtungen zur thermischen Reinigung von sauerstoffhaltigen
20 oder nicht sauerstoffhaltigen Abgasen, wobei die Abgase einem z.B. mittels Erdgas beheizten Brennraum zugeführt und oxidiert werden, sind bekannt. Werden nicht sauerstoffhaltige Abgase eingesetzt, ist die Zufuhr eines zusätzlichen Oxidationsmittels (z.B. Luft) erforderlich. Derartige Vorrichtungen und Verfahren werden meist als thermische Abgasreinigung bzw. thermische Nachverbrennung
25 bezeichnet. Sie dienen z.B. dazu, die mit Lösemitteldämpfen beladene Abluft aus Lackier-, Beschichtungs- oder auch Druckereibetrieben zu reinigen, d.h. die Lösemittel und andere in der Regel organische Substanzen durch Oxidation in die nicht toxischen Verbindungen Kohlendioxid und Wasserdampf zu überführen,

- 2 -

wenn eine Rückgewinnung aus technischen bzw. ökonomischen Gründen nicht möglich ist.

Für einen wirtschaftlichen Betrieb einer solchen Vorrichtung ist dabei in den weitaus meisten Fällen eine Abhitzenutzung vorgesehen. Diese kann sowohl zur Erzeugung von Prozesswärme dienen, als auch das Ziel verfolgen, durch eine Vorwärmung des zu behandelnden Abgases den Brennstoffbedarf der Abgasreinigungseinrichtung zu verringern. Extrem hohe Abgasvorwärmtemperaturen und damit niedrige Brennstoffverbräuche lassen sich durch eine sog. regenerative Abgasvorwärmung auf der Basis von zyklisch umschaltbaren keramischen Speicherbetten realisieren. In Abgrenzung zur herkömmlichen Betriebsweise mit einem Abgasvorwärmer auf Rohrbündelbasis (Rekuperator), die allgemein unter dem Begriff TNV-Anlage (**T**hermische **N**ach**v**erbrennung) bekannt ist, spricht man hier von einer RNV-Anlage (**R**egenerative **N**ach**v**erbrennung) bzw. auch RTO-Anlage (**R**egenerative thermische **O**xidation).

Bei zahlreichen Prozessen (z.B. Regranulierung von Kunststoffen, Kunststoffcompoundierung, Beschichtungsprozesse, Fassrekonditionierung, Aufbereitung von Kunststoffabfällen zur Verwertung, Deponien, MBA-Anlagen) entstehen jedoch Abgase, die unter anderem siliziumorganische Inhaltsstoffe enthalten. In diesem Fall steht bisher einem Einsatz der RNV-Technologie entgegen, dass sich die Regeneratorspeichermassen mit dem Oxidationsprodukt (vorwiegend SiO_2) aus den siliziumorganischen Verbindungen amorph belegen und somit verstopfen. Die periodisch notwendige Wartung bedingt den manuellen Ausbau der üblicherweise monolithisch ausgeführten Speichermassen (Wabenkörper), die einzelne Reinigung (Dampfstrahl) und den manuellen Wiedereinbau. Dieser Aufwand ist sowohl was die Arbeitsbedingungen als auch den Arbeitseinsatz angeht nicht vertretbar. In diesem Zusammenhang schließen bisher alle Hersteller von RNV-

- 3 -

Anlagen in ihren technischen Angebotsunterlagen die Behandlung von siliziumorganischen Verbindungen aus.

Die Anhaftungen mit Siliziumdioxid treten jedoch nicht nur bei RNV-Anlagen auf, sondern auch in herkömmlichen thermischen Nachverbrennungsanlagen mit rekuperativer Abluftvorwärmung. Allerdings tritt hier nicht immer ein vollständiges Verstopfen auf, aber auch hier sind Fälle bekannt, bei denen es infolge von Siliziumdioxid-Anhaftungen innerhalb kurzer Zeit zu Betriebsstillständen und Über-
temperaturschäden gekommen ist.

Der Begriff „siliziumorganische Verbindungen“ wird in der Literatur unter anderem wie folgt definiert: „Im engeren Sinne eine Bezeichnung für solche Verbindungen, die direkte Silizium-Kohlenstoff-Bindungen enthalten. Es sind ... auch Verbindungen, in denen der Kohlenstoff über Sauerstoff-, Stickstoff- oder Schwefel-Atome an das Silizium geknüpft ist“

Siliziumorganische Verbindungen treten vor allem in folgenden Bereichen auf:

- Silizium-Tenside als Schaumstabilisatoren in Kunststoffen
- Silicone als Gleitmittel für die Kunststoffverarbeitung, in Handschutzsalben, Duftstoffen, Zahnpasta etc.
- Als Siliconelastomere, Siliconemail, Siliconfette, Silicongummi, Siliconharze, Siliconöle, Siliconkautschuk, Silicon-Imprägniermittel, etc.
- Organofunktionelle Silane als Haftvermittler
- Organooxysilane und Siloxane als synthetische Schmiermittel, Vernetzer in Kaltkautschuken etc.

Weitere Verwendungen von siliziumorganischen Verbindungen finden sich als Nahrungszusatzstoffe, spezielle Reinigungsmittel, Papier- und Textilbeschichtungen, Farb-Additive etc.

- 4 -

Aus dem Stand der Technik sind somit keine Anlagen und Verfahren bekannt, die unter Zuhilfenahme von regenerativer Abgasvorwärmung ein Behandeln von Abgasen mit siliziumorganischen Verbindungen erlaubt.

5

Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, die den Einsatz der RNV-Technologie und der TNV-Technologie auch bei siliziumorganischen Abgas-Inhaltsstoffen ermöglicht und das Handling der Anhaftungen stark vereinfacht.

10

Kurze Beschreibung der Erfindung

15

Die zugrundeliegende Aufgabe wurde dadurch gelöst, dass zunächst ein Anhaften an die Schütt-Regeneratormassen zugelassen wird und die belegten Schütt-Regeneratormassen periodisch – je nach Erfordernis – entnommen, gereinigt und wieder eingetragen werden. Dieser Schritt kann gegebenenfalls automatisiert durchgeführt werden.

20

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist somit die Bereitstellung eines Verfahrens zur Abgasreinigung mit regenerativer Abluftvorwärmung, wobei die Abgase siliziumorganische Inhaltsstoffe enthalten. Dieses Verfahren umfasst, dass die Wärmespeichermasse, umfassend eine Schüttung, das durch Oxidation der siliziumorganischen Verbindungen gebildete Siliziumdioxid als Filter zunächst zurückhält und die Schüttung dem Regenerator bzw. den Regeneratoren periodisch entnommen, aufgearbeitet und dem System wieder zugeführt wird.

25

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur thermischen Reinigung eines sauerstoffhaltigen oder nicht sauerstoffhaltigen Abgases, das unter anderem siliziumorganische Verbindungen enthält, dadurch gekennzeichnet, dass die Vor-

- 5 -

richtung einen Schüttgutaustrag, eine Trennvorrichtung und einen Schüttguteintrag umfasst.

Figurenbeschreibung

5

- **Fig. 1** eine schematische Darstellung, die eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur oxidativen Reinigung von Abgasen mit Anteilen siliziumorganischer Verbindungen und regenerativer Abgasvorwärmung zeigt, die als Einturmsystem ausgeführt ist;

10

- **Fig. 2** zeigt die Vorrichtung gemäß Fig. 1 in der Betriebsphase Aufheizen;
- **Fig. 3** zeigt die Vorrichtung gemäß Fig. 1 in der Betriebsphase Abwärtsstrom;

- **Fig. 4** zeigt die Vorrichtung gemäß Fig. 1 in der Betriebsphase Aufwärtsstrom;

15

- **Fig. 5** stellt vereinfacht den Temperaturverlauf im Regenerator einer Vorrichtung gemäß Fig. 1 in den Betriebsphasen Auf- und Abwärtsstrom dar;

- **Fig. 6** zeigt die Funktion der Bettreinigung der Vorrichtung gemäß Fig. 1;

20

- **Fig. 7** zeigt eine Ausführung der Vorrichtung gemäß Fig. 1 als Zweiturmsystem

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von Abgasen mit siliziumorganischen Inhalts- bzw. Begleitstoffen. Dieses Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass die Speichermassen des Regenerators einfach aus dem System entnommen werden, in einer Trennvorrichtung gereinigt werden und dem Regenerator wieder zugeführt werden.

- 6 -

Die Speichermasse ist dabei zumindest zu einem Teil eine Schüttung, ein Schüttmaterial, wie z.B. Kugeln, z.B. Voll- oder Hohlkugeln. Das Schüttmaterial kann bevorzugt aus Keramik oder Stahl bestehen. Andere als Schüttmaterial verwendbare Materialien schließen ein: Kieselstein, Blähton, Lava und ähnlich
5 Materialien, die die gleiche Wirkung wie die o.g. aufzeigen. In einer Ausführungsform kann die Speichermasse nur aus Schüttmaterial bestehen. In einer anderen Ausführungsform weist die Speichermasse einen Anteil an Schüttmaterial von mindestens 20%, z. B. 30%, 40% oder 50%, wie 60%, 70%, 80% oder 90% auf.

10

Der Entnahme-, Reinigungs- und Rückführungsschritt kann dabei automatisch oder halbautomatisch erfolgen. Bevorzugt ist das Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass die regenerative Vorwärmung und Abkühlung sowie die Oxidation des Abgases innerhalb einer Regeneratorschüttung erfolgt, die wechselweise im
15 Auf- bzw. Abwärtsstrom betrieben wird. Wenn notwendig, kann ein Spülzyklus mit Hilfe einer Zwischenspeicherung des Abgases durchgeführt werden.

Erfindungsgemäß können in dem Verfahren zwei oder mehr mit einem Trennraum verbundene Regeneratorschüttungen, die wechselweise durchströmt werden, zum Einsatz kommen, wobei jede dieser Regeneratorschüttungen mit einer
20 Vorrichtung zur Entnahme und Eintrag (Wiederbefüllung) der Wärmespeichermasse ausgestattet ist. Die Reinigung bzw. Trennung kann dabei in einer gemeinsamen oder in getrennten Trennvorrichtungen erfolgen.

25 Die Entnahme, Reinigung und der Eintrag der Wärmespeichermasse kann dabei zeitlich nacheinander in den einzelnen Regeneratoren erfolgen.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Zeitpunkt der Aufarbeitung der Speichermasse bestimmt, indem der Strömungswiderstand der durchströmenden

- 7 -

Abluft gemessen wird. Bei Überschreitung eines maximal zulässigen Druckverlustes der Anlage findet dann eine Wiederaufbereitung der Speichermassen statt. Alternativ kann die Wärmespeichermasse nach bestimmten Zeitabständen, z.B. bei Ruhestand am Wochenende, gereinigt werden.

5

In einer weiteren Ausführungsform kann dabei der Regenerator nicht vollständig, sondern nur teilweise aus einer entnehmbaren Schüttung bestehen. Dieser Bereich der Schüttung befindet sich dabei in den Abschnitten die als Reaktionszone oder als Brennraum bezeichnet werden. In Bereichen des Abluftregenerators oder Reingasregenerators kann die Speichermasse auch aus herkömmlichen Komponenten, wie Wabenkörpern bestehen.

10

Weiterhin erfordert das erfindungsgemäße Verfahren keine vollständige regenerative Abgasvorwärmung, vielmehr kann die Abgasvorwärmung auch auf anderem Wege, wie rekuperativem Wege, herbeigeführt werden.

15

Die gegebenenfalls zusätzlich benötigte Energie kann mit Erdgasbeimischung in das Abgas, elektrisch, über einen Brenner oder durch eine Gaseindüsung in den Brennraum eingebracht werden.

20

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst somit neben dem bekannten Aufbau einer RNV- oder TNV-Anlage bzw. RTO-Anlage einen Austrag, der an jeden Regenerator angebracht ist, durch diesen Austrag kann die Schüttung aus dem Regenerator entnommen werden und einer Trennvorrichtung zugeführt werden.

25

Diese Trennvorrichtung trennt dabei SiO_2 -Ablagerungen von dem Schüttgut ab. Zum Beispiel wird durch die Reibung mindestens ein Teil der Anhaftungen gelöst. Alternativ kann die Ablösung der Ablagerungen durch Druck- oder Abspritzen bzw. andere abtragende Verfahren erfolgen. Die Trennvorrichtung ist dabei

- 8 -

eine übliche Trennvorrichtung, wie ein Sieb, die dem Fachmann auf diesem Gebiet wohl bekannt ist.

Die gereinigte Schütt-Speichermasse wird dann wieder, gegebenenfalls über eine
5 Fördereinrichtung, durch einen Eintrag dem Regenerator zugeführt.

Die Vorrichtung kann dabei einen oder mehrere Regeneratoren umfassen. Jeder dieser Regeneratoren weist dabei einen Austrag und einen Eintrag für das Schüttgut auf.

10

Die Hauptkomponenten einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in Fig. 1 dargestellt. Zentraler Anlagenbestandteil ist dabei der Regeneratorturm, der mit einer Schüttschicht aus Wärmespeichermaterial gefüllt ist. Oben und unten sind jeweils Ein- und Auslässe (2, 3) für das Abgas bzw. Reingas angeordnet, die über ein Klappensystem (4 bis 7) mittels einer zyklischen Umschaltung eine wechselweise Durchströmung des Regeneratorturms von unten nach oben (Aufwärtsstrom) bzw. von oben nach unten (Abwärtsstrom) ermöglichen. Zum Aufheizen der Anlage ist am Regeneratorkopf ein Brenner (8) installiert, der über entsprechende Regelventile (Verbund, 9) mit Erdgas und Luft
15 versorgt wird. Während des Abgasreinigungsbetriebs der Anlage erfolgt die bei niedrigen Beladungen des Abgases erforderliche Energiezufuhr mit Hilfe einer Einspeisung des gasförmigen Zusatzbrennstoffes direkt in das Abgas (10) und der Brenner (8) ist abgeschaltet. Zur Reinigung des Bettmaterials ist dieses über einen Austrag (15) unterhalb des Regenerators entnehmbar und wird nach
20 Durchlaufen einer Trennvorrichtung (16) mittels einer Fördereinrichtung (17) oberhalb der Schüttung wieder eingefüllt (18).

25

- 9 -

Die unterschiedlichen Betriebsphasen der Vorrichtung sind in Fig. 2 bis 6 schematisch dargestellt. Dabei sind die jeweils aktiven Stoffströme mit Richtungspfeilen gekennzeichnet.

- 5 Im Aufheizbetrieb entsprechend Fig. 2 erfolgt zunächst eine Erwärmung des Regeneratorbettes (1) mit Hilfe des Brenners (8). Die Zufuhr der mittels eines Ventilators (12) geförderten Verbrennungsluft wird dabei im Verbund mit dem Erdgas (Regelklappen 9) in Abhängigkeit von der Brennraumtemperatur geregelt. Der Aufheizvorgang endet, wenn der obere Teil des Regeneratorbettes (1) auf
10 eine ausreichende Temperatur erwärmt ist. Danach wird das Temperaturmaximum durch ein spezielles Umschaltprogramm der Klappen (4 bis 7) in die Mitte des Regenerators getrieben. Zu diesem Zweck wird über den Hauptventilator (11) bei geöffneter Klappe (13) und geschlossener Klappe (14) Frischluft durch die Anlage geleitet, die zur Aufrechterhaltung der Temperatur geregelt über Ventil (10) mit Erdgas beaufschlagt wird. Der Brenner (8) ist dabei abgeschaltet.
15

Nach erfolgter Aufheizphase geht die Anlage in den Normalbetrieb über. Dazu wird die Frischluftzufuhr (13) geschlossen und das mit siliziumorganischen Bestandteilen beladene Abgas (Klappe 14) zugeschaltet. Während des Normalbe-
20 triebes lassen sich die Betriebszustände Abwärtsstrom (Fig. 3) und Aufwärtsstrom (Fig. 4) unterscheiden. Die entsprechenden Temperaturverläufe über dem Reaktionsweg sind vereinfacht in Fig.5 dargestellt.

Im Abwärtsstrom wird das Abgas gemäß Fig. 3 über die geöffnete Klappe 4
25 (Klappe 5 geschlossen) dem Regenerator oben zugeführt (2) und durchströmt diesen nach unten. Das Abgas wird bis etwa zur Mitte des Regenerators aufgeheizt und die darin enthaltenen organischen Stoffe oxidieren (Temperatursprung). Das Oxidationsprodukt SiO_2 der siliziumorganischen Verbindungen bildet dabei amorphe Anhaftungen auf der Wärmespeichermasse und wird so zurückgehal-

- 10 -

ten. Im weiteren Strömungsverlauf gibt das Reingas seine Wärme an die Speichermasse wieder ab, bevor es den Regenerator unten (3) wieder verlässt und über die geöffnete Klappe 7 (Klappe 6 geschlossen) zum Kamin geleitet wird.

- 5 Nach einer definierten Zeit erfolgt die Umschaltung auf den Betriebszustand Aufwärtsstrom (Fig. 4). Das Abgas strömt nun über die geöffneten Klappen 5 und 6 (Klappen 4 und 7 geschlossen) von unten (3) nach oben (2) durch den Regenerator. Es entsteht der in Fig. 5 gestrichelt dargestellte Temperaturverlauf, wobei wiederum die Siliziumdioxidanhaftungen etwa im mittleren Teil des Regenerators
10 gewollt auftreten. Die beiden Betriebszustände Abwärts- und Aufwärtsstrom werden in der Folge zyklisch durchlaufen.

Zur Aufrechterhaltung der Reaktionstemperatur wird dem Abgas wiederum Erdgas zugegeben (Regelventil 10) und der Brenner bleibt ausgeschaltet. Zur Vermeidung von Umschaltpeaks der Reingasemissionen an organisch gebundenem Kohlenstoff ($C_{org.}$) kann auf eine hier aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellte Zwischenspeicherung des Abgases zurückgegriffen werden.
15

Mit der Zeit bauen sich die Siliziumdioxidanhaftungen innerhalb der keramischen Speichermasse immer mehr auf, so dass ein erhöhter Strömungswiderstand entsteht. Dieser kann mittels einer Differenzdruckmessung erfasst werden, wobei in einer bevorzugten Ausführungsform nach Überschreitung eines maximalen Druckverlustwertes eine Bettreinigung erfolgt. Hierzu wird das Bett in einer Betriebspause (z.B. am Wochenende) gezielt abgekühlt und gemäß Fig. 6 in den
20 Betriebszustand Bettreinigung versetzt. Die Schüttung des Bettmaterial einschließlich der entstandenen Anhaftungen wird über den Austrag (15) entnommen und einer Trennvorrichtung (16) zugeführt, wobei durch die Relativbewegungen zwischen z.B. den Füllkörpern (z.B. Voll- oder Hohlkugeln aus Keramik oder Stahl) bereits ein Teil der Anhaftungen abplatzt. Die verbleibenden SiO_2 -
25

- 11 -

Anhaftungen werden in der Trennvorrichtung von der Speichermasse abgetrennt, während die gereinigte Speichermasse über eine Fördereinrichtung (17) wieder in den Regenerator gelangt (18). Nach erfolgter Bettreinigung kann die Anlage wieder aufgeheizt werden und in den Abgasreinigungsbetrieb übergehen.

5

Erfindungswesentlich ist dabei die Verfahrensweise, die aus der Oxidation der siliziumorganischen Verbindungen innerhalb des Regenerators gebildeten Siliziumdioxidanhaftungen zunächst zuzulassen und die Speichermasse, wie die Schüttung, diskontinuierlich je nach Erfordernis (z.B. Differenzdrucküberschreitung) zu entnehmen und der Anlage gereinigt wieder zuzuführen.

10

Im Rahmen des Erfindungsgedankens sind zahlreiche Abwandlungen und Weiterbildungen möglich, die sich z.B. auf die Austragsvorrichtung die Ausführung der Speichermasse oder die Anordnung der Regeneratoren beziehen.

15

In Fig. 7 ist beispielsweise eine Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit zwei getrennten Regeneratorkammern schematisch dargestellt. Hierbei erfolgt die Vorwärmung des Abgases in einem Regenerator, während der zweite Regenerator mit dem Reingasstrom aufgeheizt wird. Die Oxidation der Schadstoffe im Abgas beginnt innerhalb des ersten Regenerators und der Ausbrand kann unter definiert einstellbaren Bedingungen (Verweilzeit, Temperatur) im oberhalb der Regeneratoren angeordneten Brennraum stattfinden. Die Reinigung des Bettmaterials wird analog zu der Vorgehensweise gemäß Fig. 6 bei beiden Regeneratoren gleichzeitig oder ggf. nacheinander (verschiebbare Förder- und Trenneinrichtung, wie in Fig. 7 dargestellt) durchgeführt. Auch die Installation eines dritten Regenerators zu Realisierung einer Spülung vor Beaufschlagung mit Reingas ist im Rahmen des Erfindungsgedankens möglich.

20

25

- 12 -

Darüber hinaus lässt sich die Erfindung auch auf Anhaftungen innerhalb von RNV-Anlagen anwenden, die auf andere Weise als durch Oxidation von siliziumorganischen Verbindungen gebildet wurden. Weiterhin ist die vorliegende Erfindung auch in TNV-Anlagen, in denen Abgase, die siliziumorganische Inhaltsstoffe bzw. Begleitstoffe, behandeln werden, einsetzbar.

Patentansprüche

5

1. Verfahren zur thermischen Reinigung eines sauerstoffhaltigen oder nicht sauerstoffhaltigen Abgases, das siliziumorganische Verbindungen enthält, wobei das Abgas mittels Wärmespeichermasse regenerativ vorgewärmt wird, wobei mindestens ein Teil der Wärmespeichermasse eine Schüttung ist, dadurch gekennzeichnet, dass es umfasst:

10

Entnehmen, Reinigen und Einbringen der Wärmespeichermasse-Schüttung zum Entfernen der durch die Oxidation der siliziumorganischen Verbindungen gebildeten Anhaftungen.

15

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Entnehmen, Reinigen und Einbringen der Wärmespeichermasse-Schüttung automatisch oder halbautomatisch erfolgt.

20

3. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die regenerative Vorwärmung und Abkühlung, sowie die Oxidation des Abgases innerhalb einer Regenerator-Schüttung erfolgt, die wechselweise im Auf- bzw. Abwärtsstrom betrieben wird.

25

4. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass weiterhin ein Spülzyklus mit Zwischenspeicherung des Abgases erfolgt.

5. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwei oder mehr mit einem Brennraum verbundene Regenerator-Schüttungen, die wechselweise durchströmt werden, zum Einsatz kommen und jeweils mit ei-

- 14 -

ner Vorrichtung zur Entnahme und Eintrag der Wärmespeichermasse, die mit einer Trennvorrichtung verbunden sind, ausgestattet sind.

- 5 6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die automatisierte Entnahme, Reinigung und Eintrag der Wärmespeichermasse mit einer Vorrichtung zeitlich nacheinander in den einzelnen Regeneratoren erfolgt.
- 10 7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmespeichermasse nach Überschreiten eines maximal zulässigen Druckverlustes der Anlage gereinigt wird.
- 15 8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmespeichermasse nach bestimmten Zeitabständen gereinigt wird.
- 20 9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeneratoren nicht vollständig, sondern nur teilweise aus einer entnehmbaren Schüttung bestehen.
- 25 10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schüttgut nicht vollständig, sondern nur teilweise entnommen wird.
11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorwärmung nicht vollständig regenerativ, sondern teilweise auf anderem Wege herbeigeführt wird.
12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich benötigte Energie mit Hilfe einer Erdgasbeimischung in das

- 15 -

Abgas, elektrisch, über einen Brenner oder durch Gaseindüsung eingebracht wird.

13. Vorrichtung zur thermischen Reinigung eines sauerstoffhaltigen oder nicht sauerstoffhaltigen Abgases, das siliziumorganische Verbindungen enthält, wobei das Abgas mittels einer Wärmespeichermasse, wobei mindestens ein Teil der Wärmespeichermasse eine Schüttung ist, regenerativ vorgewärmt wird, dadurch gekennzeichnet, dass sich am Regenerator einen Austrag für die Wärmespeichermasse-Schüttung befindet, dieser Austrag verbunden ist mit einer Trennvorrichtung zur Abtrennung von oxidierten Siliziumanhaftungen; die Trennvorrichtung ist verbunden mit einem Eintrag, der es erlaubt, die Schüttung dem Regenerator wiederzuzuführen.

14. Vorrichtung gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Trennvorrichtung und dem Eintrag eine Fördereinrichtung angeordnet ist.

15. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schüttmaterial aus Voll- oder Hohlkugeln besteht.

16. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zwei oder mehr Regeneratoren enthält, die jeweils einen Austrag aufweisen und wobei dieser Austrag mit einer Trennvorrichtung verbunden ist.

17. Verwendung der Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 13 bis 16 zur Behandlung von Abgas, wobei dieses Abgas siliziumorganische Verbindungen enthält.

1/7

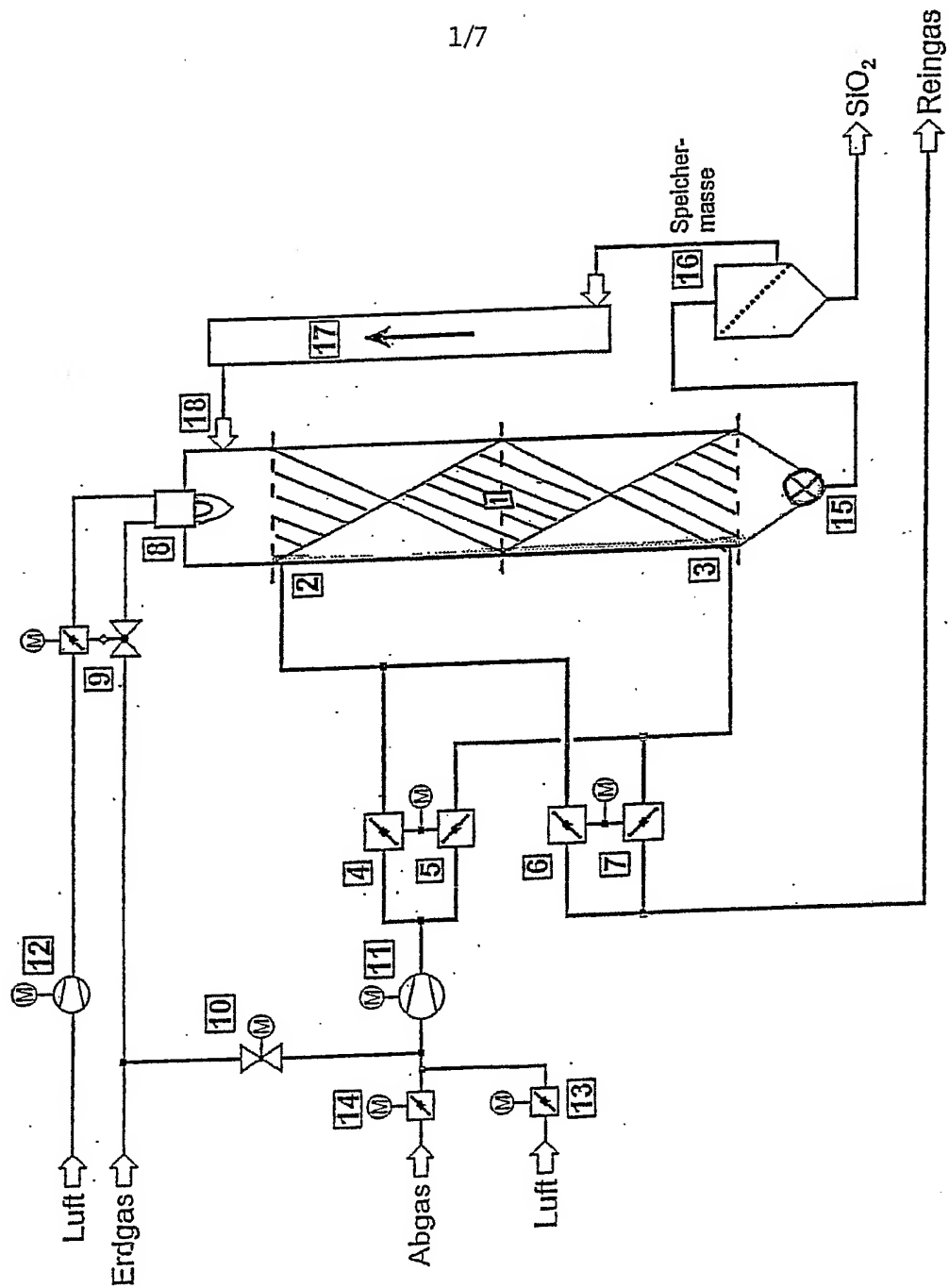


Fig. 1

2/7

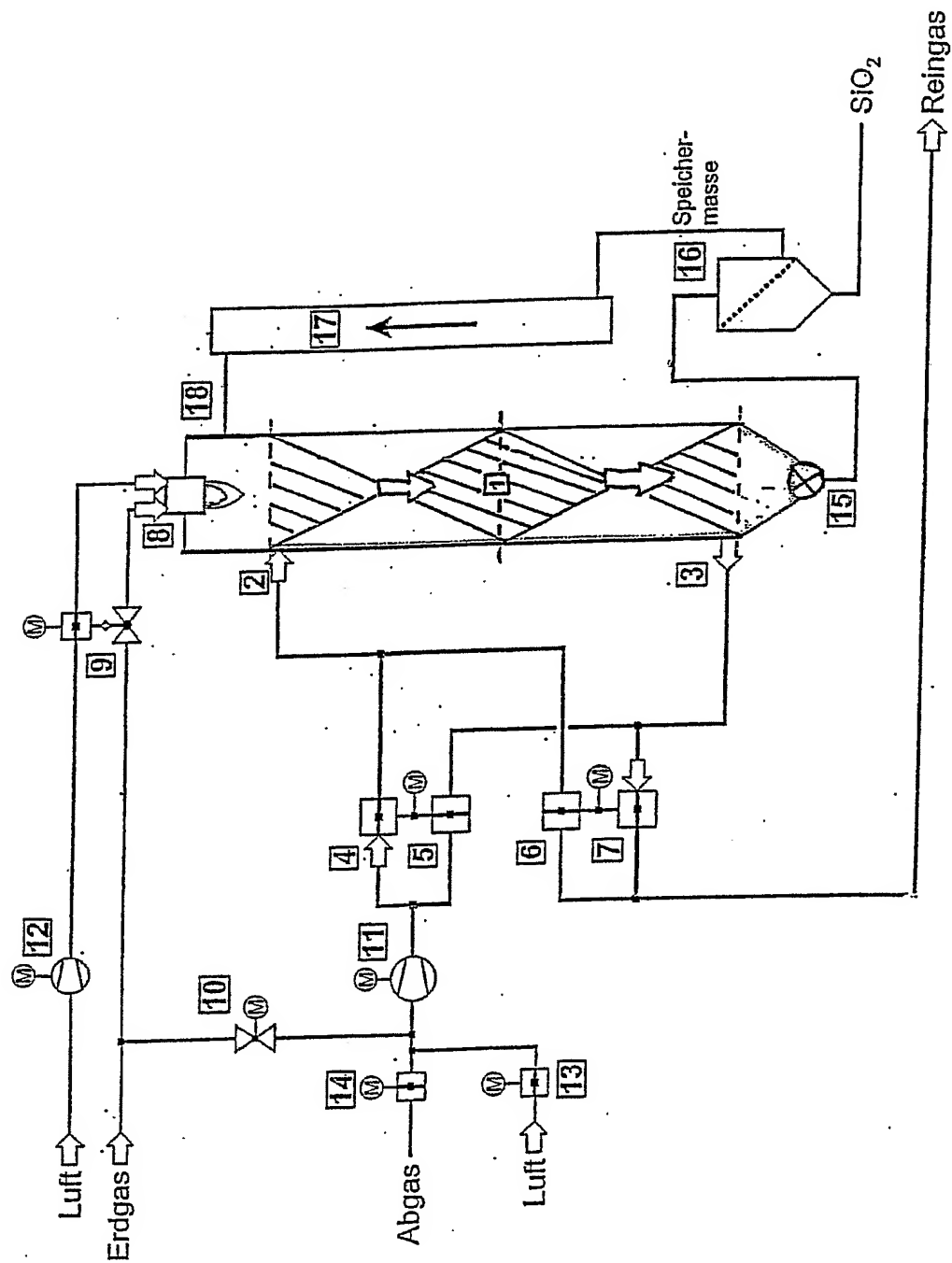


Fig. 2

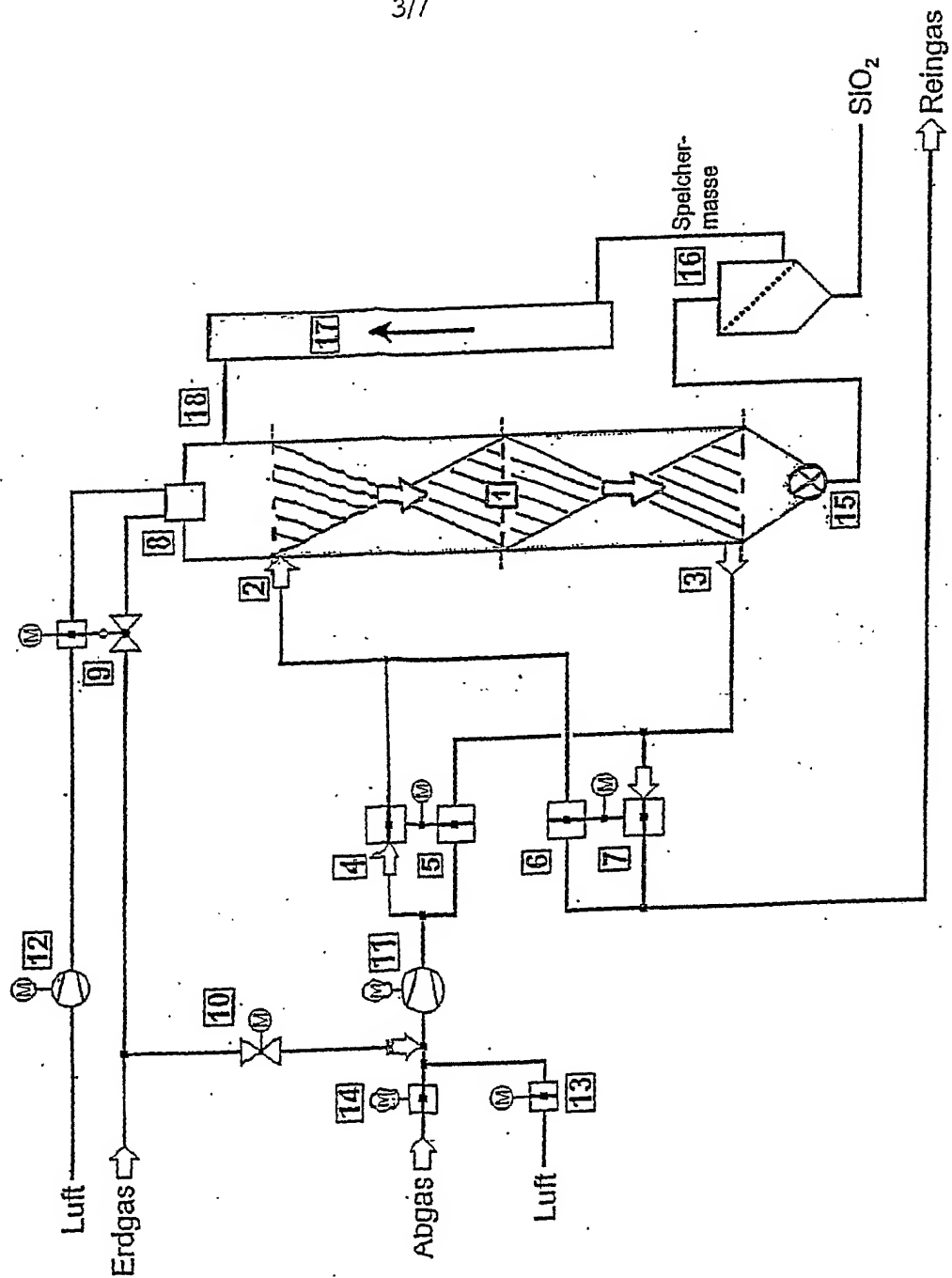


Fig. 3

4/7

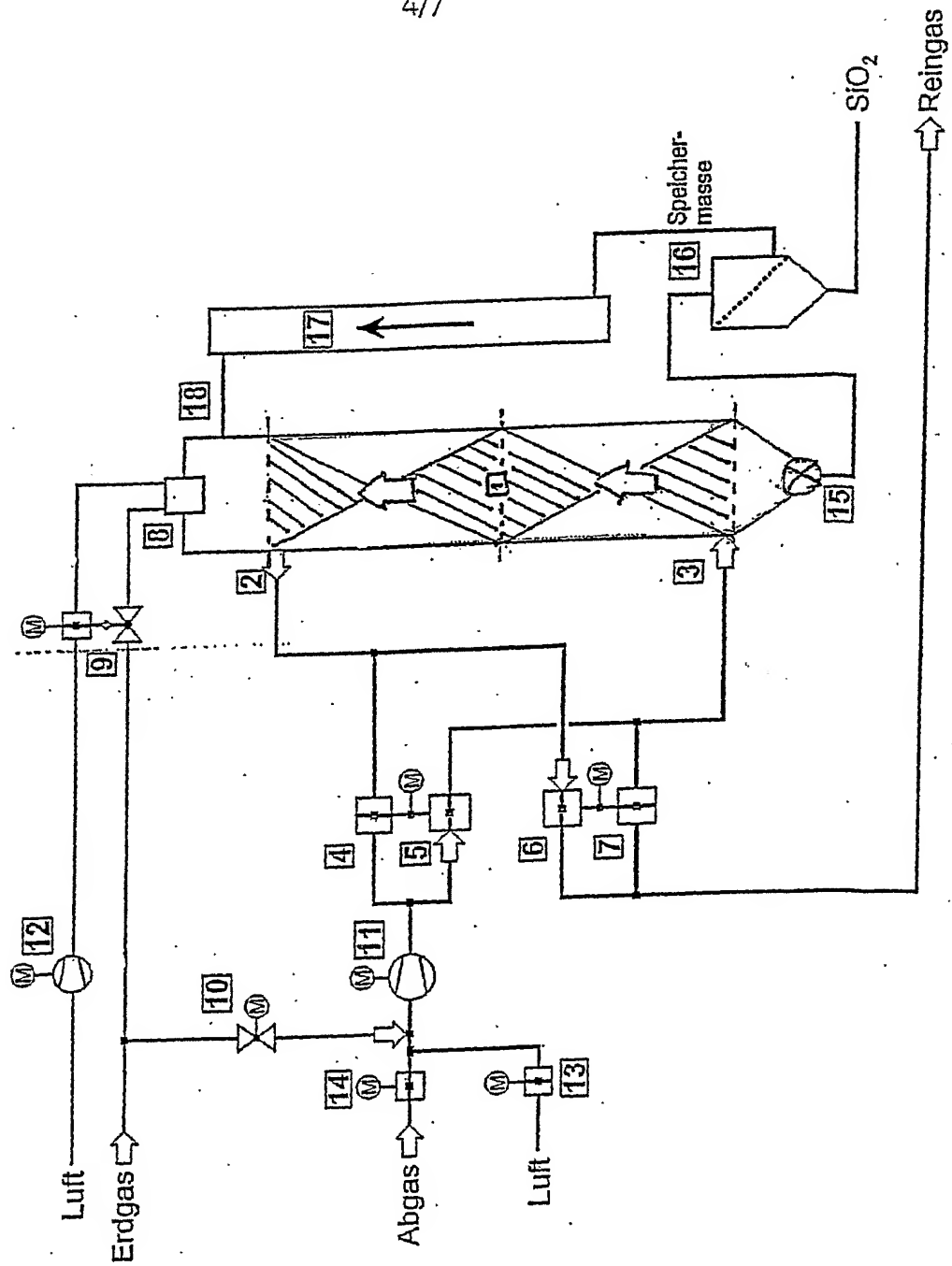


Fig. 4

5/7

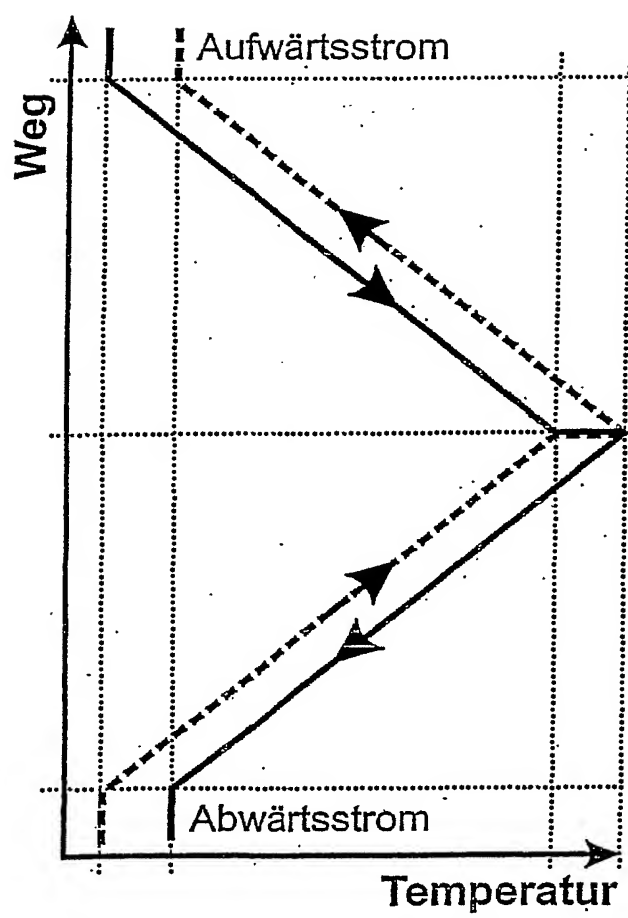


Fig. 5

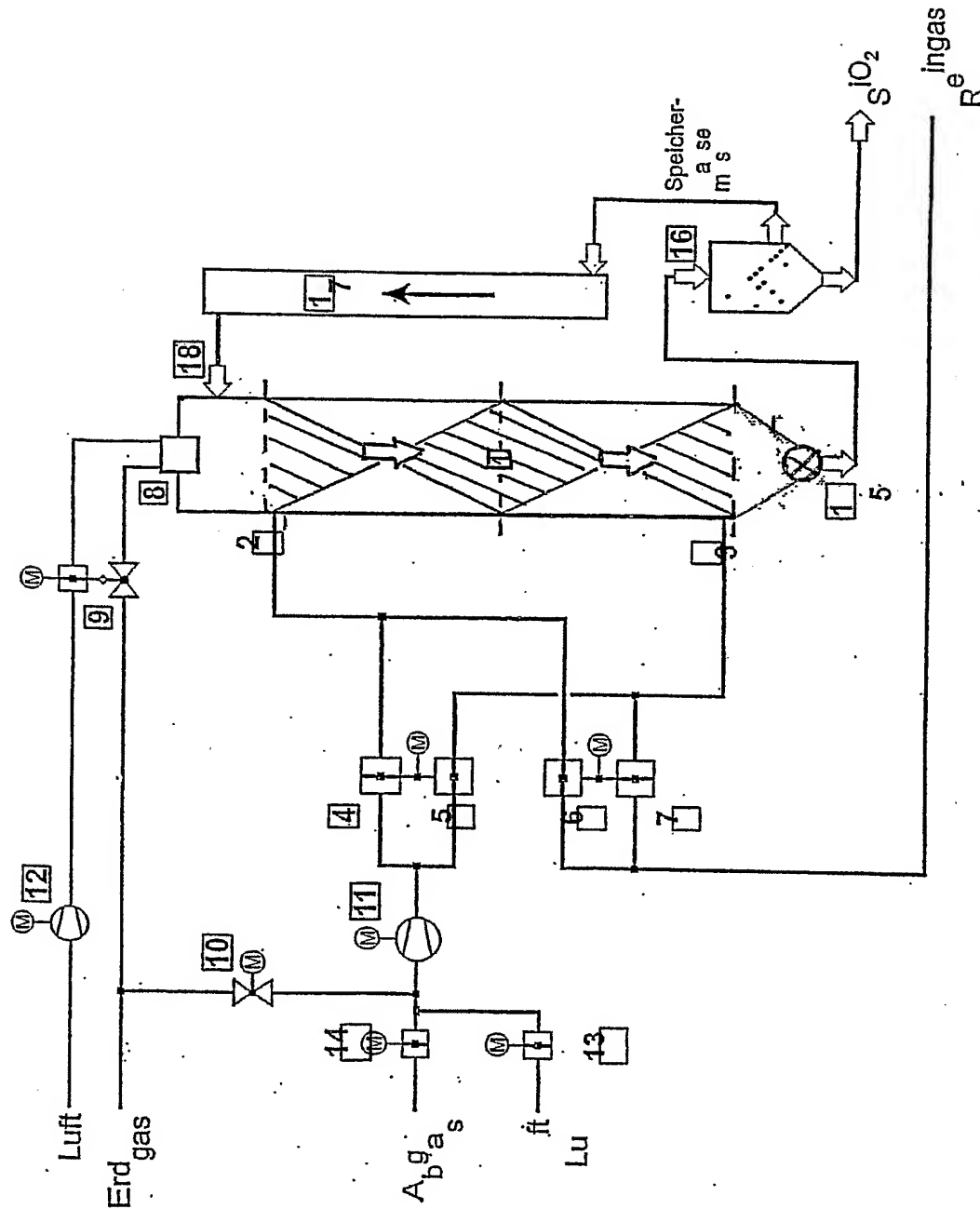


Fig. 6

7/7

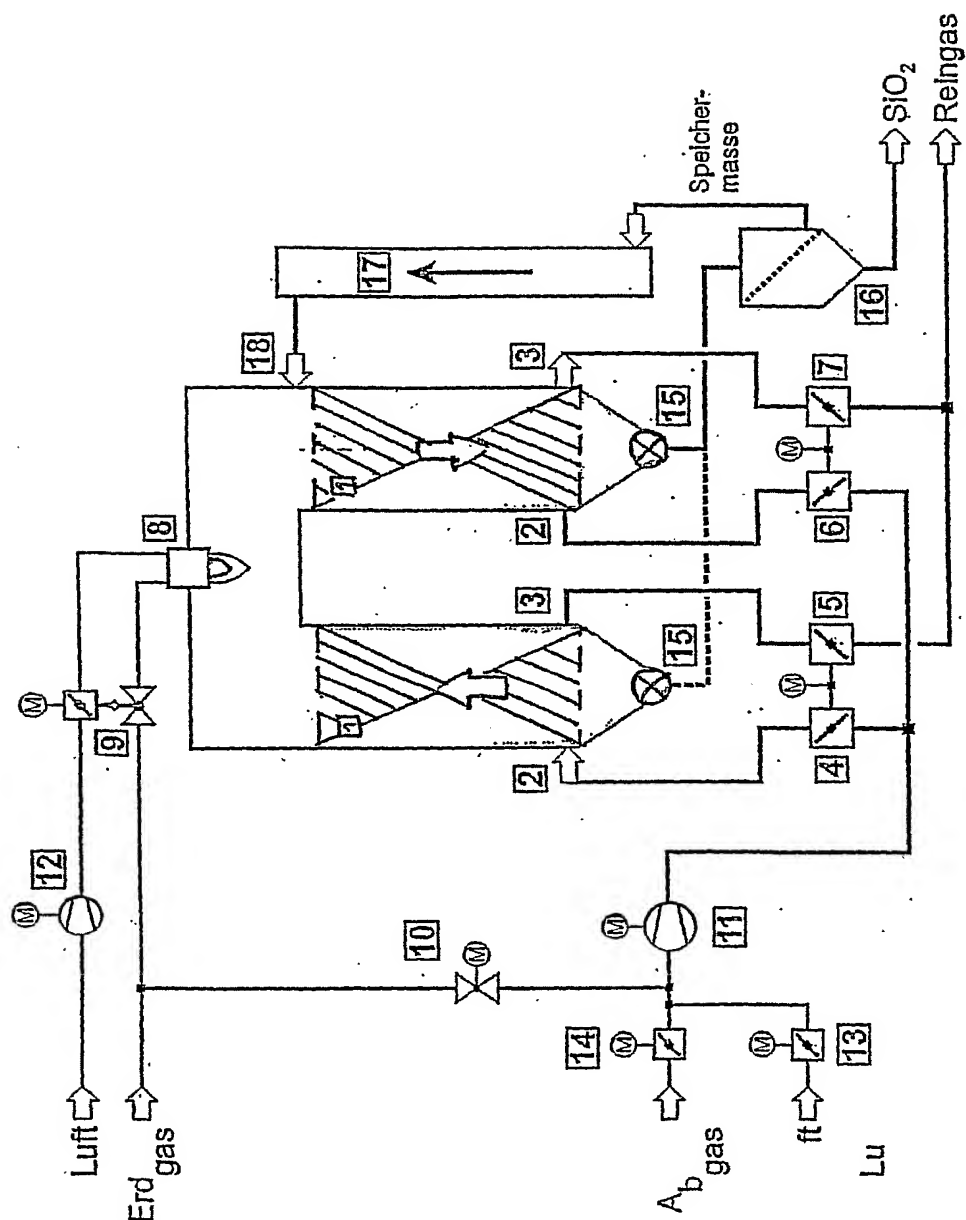


Fig. 7